



52

Deutsche Kl.: 21 c, 7/01

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2 234 065

Aktenzeichen: P 22 34 065.4

Anmeldetag: 7. Juli 1972

Offenlegungstag: 24. Januar 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Elektrisches Kabel, vorzugsweise Hochspannungskabel

61

Zusatz zu: 2 139 599

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Siemens AG, 1000 Berlin u. 8000 München

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Arendt geb. Koppin, Ilse, Dipl.-Ing.; Ulrich, Michael;  
Lukaschewitsch, Alfred, Dipl.-Ing.; Johlige, Ulrich; 1000 Berlin

BEST AVAILABLE COPY

SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT

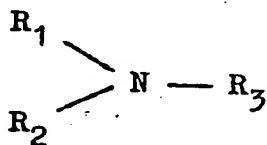
Erlangen, 7. Juli 1972  
Werner-von-Siemens-Str.50

Unser Zeichen: 2234065

VPA 72/4719  
Hor/Gg.

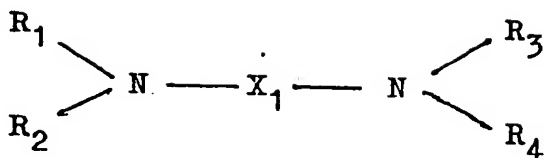
Elektrisches Kabel, vorzugsweise Hochspannungskabel  
Zusatz zum Patent ... .. (Patentanm. P 21 39 599.3)

Gegenstand des Hauptpatentes ... .. (Patentanmeldung P 21 39 599.3) ist ein elektrisches Kabel, vorzugsweise ein Hochspannungskabel, dessen Isolierung aus einem Olefinpolymerisat, insbesondere aus einem Polymerisat oder Copolymerisat auf Äthylenbasis, besteht. Gemäß der Erfindung des Hauptpatentes enthält die Kabelisolierung einen geringen Zusatz an aliphatischen, aromatischen oder gemischt-aliphatisch aromatischen, gesättigten tertiären Mono-, Di- oder Polyaminen, deren Substituenten reine Kohlenwasserstoffe sind. Als Zusatzstoff wird hiernach ein gesättigtes tertiäres Amin verwendet, das außer tertiärem Aminstickstoff keine weiteren Heteroatome enthält, die gesamte Molekülstruktur weist vielmehr nur reine Kohlenwasserstoffgruppen sowie tertiäre Amine auf. Die im Rahmen des Hauptpatentes als Zusatzstoffe vorgesehenen gesättigten, tertiären Mono-, Di- oder Polyamine haben also folgende Struktur:

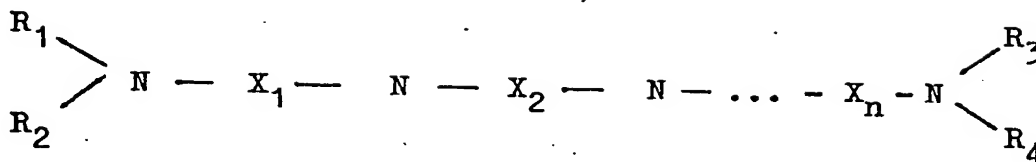


- 2 -

oder

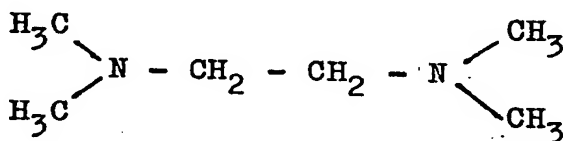


oder allgemein



Hierbei sind die Substituenten  $R_1$  bis  $R_4$  sowie  $X_1$  bis  $X_n$  Alkyl-, Aryl-, Cycloalkyl- oder Cycloaryl-Gruppen, also aliphatische, aromatische, cycloaliphatische oder cycloaromatische Gruppen; diese Gruppen können auch gemischt aliphatisch-aromatisch sein. Sie können einander gleich oder auch voneinander verschieden sein. Wesentlich ist allein, daß es sich um reine Kohlenwasserstoffe handelt, die also keine Heteroatome enthalten.

Im Hauptpatent sind als Beispiele geeigneter Verbindungen bereits angegeben:



(N, N, N', N'-Tetramethyl-äthylen-diamin)

- 3 -

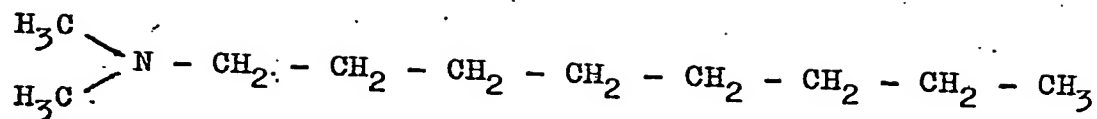
309884/0857

BEST AVAILABLE COPY

- 3 -

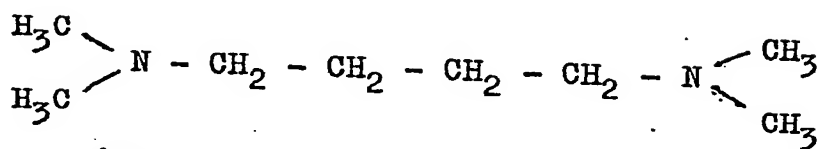
2234065

oder



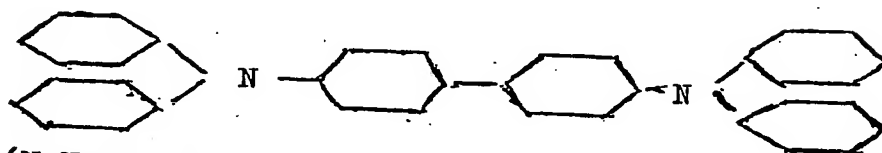
(N,N-Dimethyl-octyl-amin)

oder



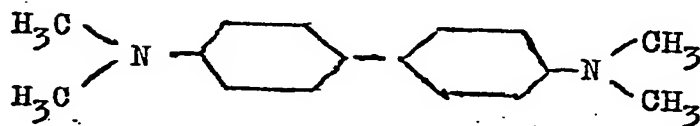
(N,N,N',N'-Tetramethyl-diamino-butan)

oder



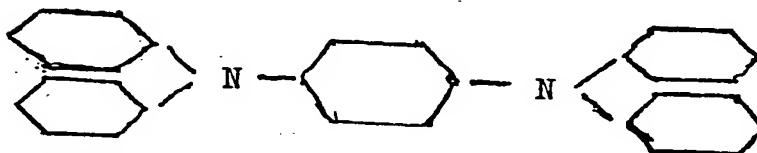
(N,N,N',N'-Tetraphenyl-benzidin)

oder



(N,N,N',N'-Tetramethylbenzidin)

oder



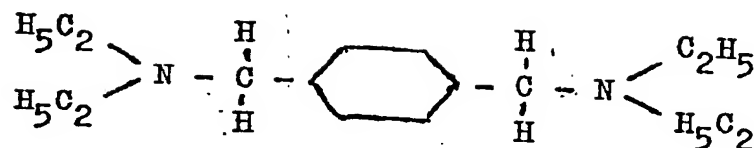
(N,N,N',N'-Tetraphenyl-p-phenylen-diamin)

- 4 -

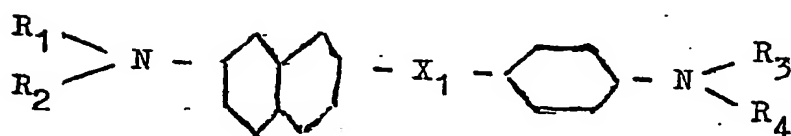
20000/10057

BEST AVAILABLE COPY

oder

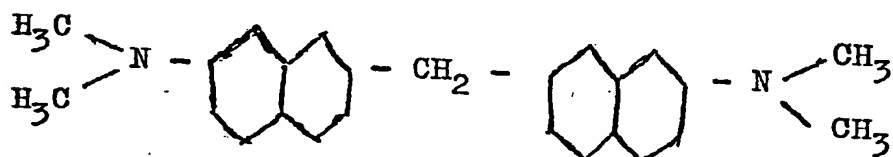
(N,N,N',N'-Tetraäthyl-p-xylen- $\alpha, \alpha'$ -diamin)

oder



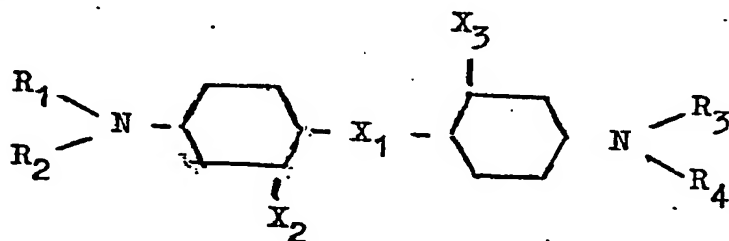
(tetrasubstituiertes Naphthylen-phenylen-diamino-alkan)

oder

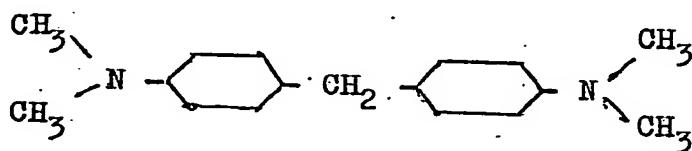


(N,N,N',N'-Tetramethyl-dinaphthyl-diamino-methan)

Die aromatischen Gruppen können aber auch noch mit weiteren reinen Kohlenwasserstoffgruppen substituiert sein. Das führt zu gesättigten tertiären Aminen mit beispielsweise folgender Struktur:



Wie im Hauptpatent bereits angegeben, haben sich gesättigte tertiäre Amine von der Struktur eines Tetraalkyl-diamino-diarylalkans, wie beispielsweise N,N,N',N'-Tetraäthyl-p-xylen- $\alpha$ ,  $\alpha'$ -diamin oder auch N,N,N',N'-Tetramethyl-diamino-diphenylmethan, als geeignet erwiesen. Besonders die letzterwähnte Verbindung, die also die Struktur



aufweist, hat sich als außerordentlich günstig herausgestellt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gemäß dem Hauptpatent ausgebildete Isolierung eines elektrischen Kabels, vorzugsweise eines Hochspannungskabels, hinsichtlich der elektrischen Eigenschaften und auch der Alterungsbeständigkeit, weiter zu verbessern.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, der Isolierung eines gemäß dem Hauptpatent ausgebildeten elektrischen Kabels, welche gesättigte tertiäre Mono-, Di- oder Polyamine enthält, als weitere Zusatzstoffe hochsiedende, hocharomatische Öle auf Kohlenwasserstoffbasis mit einem Aromatengehalt von mindestens 40% in einer Menge von 2 bis 10%, vorzugsweise von 2 bis 5%, zuzusetzen. Wesentlich für die Erfindung ist also, daß gemeinsam mit dem nach dem Hauptpatent bereits vorgesehenen Zusatz an gesättigten tertiären Mono-, Di- oder Polyaminen auch hochsiedende, hocharomatische Öle auf Kohlenwasserstoffbasis mit einem verhältnismäßig hohen Aromatengehalt zugesetzt werden. Dieser gemeinsame Zusatz der beiden erwähnten Komponenten hat eine Erhöhung der Stabilität gegenüber Spannungsbeanspruchungen sowie der

Alterungsbeständigkeit zur Folge.

Zweckmäßigerweise werden die Zusatzstoffe der Isolierung in einer mit einem Olefinpolymerisat verträglichen Menge zugesetzt, nach Möglichkeit bis zum Ausschwitzen der Zusatzstoffe.

An sich ist es bereits bekannt, auf der Basis von Polyäthylen aufgebauten Kabelisolierungen ölartige Zusätze zu geben (DT-OS 1 569 396, DT-OS 1 949 539). Bei den bekannten Isoliergemischen auf Polyäthylenbasis handelt es sich jedoch in der Regel darum, mit Hilfe der ölhaltigen Komponente feste Stoffe in die Isolierung einzubringen, mit anderen Worten, die ölhaltige Komponente gewissermaßen als "Vehikelöl" zu benutzen. Demgegenüber kommt es für die Erfindung darauf an, der entsprechend dem Hauptpatent bereits für sich wirksame gesättigte tertiäre Mono-, Di- oder Polyamine enthaltenden Isolierung außerdem hochsiedende, hocharomatische Öle auf Kohlenwasserstoffbasis zuzusetzen, welche die Spannungsfestigkeit der Isolierung infolge eines synergistischen Effektes weiter erhöhen.

Für die Durchführung des Erfindungsgedankens empfiehlt es sich, den Siedebereich der als weitere Zusatzstoffe zugesetzten hochsiedenden, hocharomatischen Öle bei 5 Torr zu etwa 140 bis 300°C, vorzugsweise 160 bis 250°C, zu wählen.

Weiterhin hat es sich als günstig erwiesen, das als weiteren Zusatzstoff zugesetzte hochsiedende, hocharomatische Öl derart auszuwählen, daß die Bestandteile an Paraffinen, Isoparaffinen, Naphthenen und Aromaten in den bei der Destillation auftretenden Fraktionen dieses Öles zumindest in qualitativer Hinsicht den Bestandteilen an Paraffinen, Isoparaffinen, Naphthenen und Aromaten dieses Öles entsprechen. Das bedeutet mit anderen Worten, daß es für die Auswahl des zur Durch-

führung des Erfindungsgedankens verwendeten hochsiedenden, hocharomatischen Öles darauf ankommt, daß die einzelnen Anteile dieses Öles bei der fraktionierten Destillation nicht etwa nacheinander verdampfen, sondern daß die Zusammensetzung des Öles in den bei der Destillation anfallenden Fraktionen zumindest qualitativ erhalten bleibt. Kleinere quantitative Abweichungen stören hierbei nicht. So kann beispielsweise der Aromatenanteil bei den höhersiedenden Fraktionen quantitativ ein klein wenig ansteigen.

Weiterhin hat es sich als günstig erwiesen, wenn die als weitere Zusatzstoffe zugesetzten hochsiedenden, hocharomatischen Öle einen relativ niedrigen spezifischen Widerstand von etwa  $10^{10}$  bis  $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ , mit anderen Worten also einen verhältnismäßig hohen Eigenleitwert haben. Zugleich sollte der  $\tan \delta$ -Wert - also der Verlustfaktor - möglichst hoch sein.

Für die Durchführung des Erfindungsgedankens haben sich als weitere Zusatzstoffe bei Raumtemperatur flüssige, hochsiedende, hocharomatische Erdöl- bzw. Mineralölfractionen mit einem Gehalt an Aromaten und Naphthenen von etwa 40 bis 70%, vorzugsweise von 50 bis 60%, als geeignet erwiesen, deren nichtaromatischer Rest aliphatisch oder cycloaliphatisch ist. Die in solchen Erdölfractionen sowie auch in solchen aus dem Steinkohlenteer gewonnenen Mineralölfractionen enthaltenen kondensierten Aromaten wirken sich auf die Spannungsstabilisierung günstig aus. Besonders geeignet haben sich derartige Erdöl- oder Mineralölfractionen erwiesen, wenn ihr spezifischer Widerstand relativ niedrig, z.B. bei etwa  $10^{10}$  bis  $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$  liegt. Der  $\tan \delta$ -Wert der verwendeten Öle sollte, gemessen bei 20 °C, 50 Hz und 2,5 kV/mm bei mindestens  $10^{-1}$ , vorzugsweise bei 1,0 bis 1,5 oder größer, liegen.



2234065

Weiterhin empfiehlt es sich, darauf zu achten, daß die hochsiedenden, hocharomatischen Erdöl- bzw. Mineralölfractionen Peroxide weder enthalten noch während eines längeren Zeitraumes bei einer Alterung bei etwa 80 °C bilden. Hierdurch wird nämlich eine Zerstörung der im Olefinpolymerisat der Isolierung enthaltenen Antioxidantien vermieden, so daß eine gute Alterungsbeständigkeit der Isolierung gewährleistet ist.

Ferner ist es günstig, daß die hochsiedenden, hocharomatischen Erdöl- bzw. Mineralölfractionen organisch gebundene Heteroatome, insbesondere Schwefel, in einer Menge von mindestens 1%, vorzugsweise von 3 bis 4%, enthalten. Beispielsweise kann der Schwefel in der Form von Thiophenderivaten in der Erdöl- bzw. Mineralölfraction enthalten sein.

Als Beispiel für Erdöl- bzw. Mineralölfractionen, welche die zuvor aufgezählten Bedingungen erfüllen, haben sich für die Durchführung des Erfindungsgedankens Erdöl- bzw. Mineralölfractionen als geeignet erwiesen, wie sie beispielsweise unter der Bezeichnung Dealen D 18 von der Firma Deutsche Texaco AG., Hamburg, oder unter der Bezeichnung Polymerol 6028 von der Firma Deutsche Shell AG., Frankfurt/Main, oder unter der Bezeichnung Dutrex 298 von der Firma Shell Oil Comp., USA, vertrieben werden.

Wie bereits erwähnt, werden einer Kabelisolierung auf der Basis eines Olefinpolymerisates, insbesondere eines Polymerisates oder Copolymerisates des Äthylens, die hochsiedenden, hocharomatischen Erdöl- bzw. Mineralölfractionen in einer Menge von 2 bis 10%, vorzugsweise von 2 bis 5%, zugesetzt. Die gesättigten tertiären Mono-, Di- oder Polyamine werden hierbei zweckmäßigerweise in einer Menge von 0,1 bis 2%, vorzugsweise von 0,5 bis 0,8%, bezogen auf den Gesamtanteil in der Isolierung, zuge-

309884/0857

BEST AVAILABLE COPY

setzt. Die besondere Wirkung, welche sich durch den gemeinsamen Zusatz der hochsiedenden, hocharomatischen Erdöl- bzw. Mineralölfraktionen sowie der bereits im Hauptpatent vorgesehenen gesättigten tertiären Amine ergibt, beruht auf einem synergistischen Effekt. Die an sich bereits spannungsstabilisierende Wirkung der Amine wird durch den an sich ebenfalls spannungsstabilisierenden Zusatz der Ölfraktion erhöht, so daß die Gesamterhöhung der Spannungsstabilisierung größer ist, als sie an sich durch den Zusatz der beiden Einzelanteile jeweils für sich erreicht würde.

Für die Durchführung des Erfindungsgedankens ist es aber auch möglich, als weitere Zusatzstoffe bei Raumtemperatur flüssige, hochsiedende, hocharomatische Syntheseöle auf Kohlenwasserstoffbasis zu verwenden. Als besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, hierbei solche Syntheseöle zu verwenden, deren Molekül mindestens zwei Benzolkerne enthält, die über ein Kohlenstoffatom miteinander verbunden sind.

An sich ist der Zusatz derartiger aromatischer Kohlenwasserstoffe aus der DT-PS 1 490 574 bekannt. Für die Erfindung ist jedoch die gemeinsame Verwendung derartiger aromatischer Kohlenwasserstoffe und der bereits im Hauptpatent erwähnten gesättigten tertiären Mono-, Di- oder Polyamine als Zusatz zu einer Isolierung auf der Basis eines Olefinpolymerisates, insbesondere eines Polymerisates oder Copolymerisates des Äthylens, wesentlich.

Für die Durchführung der Erfindung hat sich als besonders geeignet ein Gemisch aus Substitutionsisomeren des Dibenzyltoluols erwiesen. Zweckmäßigerweise ist der Aromatengehalt dieses Substitutionsisomergemisches des Dibenzyltoluols größer als 50%, vorzugsweise bis zu 80%.

Während der Anteil des hochsiedenden, hocharomatischen Syntheseöles, also beispielsweise der Anteil des zuvor erwähnten Substitutionsisomergemisches des Dibenzyltoluols, bezogen auf die Isolierung zu etwa 2 bis 10%, vorzugsweise zu 2 bis 5%, gewählt wird, empfiehlt es sich, den Anteil der gleichzeitig zugesetzten gesättigten tertiären Amine in einer Menge von 0,1 bis 2%, vorzugsweise von 0,5 bis 0,8%, bezogen auf den Gesamtanteil in der Isolierung, zu wählen. In gleicher Weise wie bei den eingangs erwähnten Erdöl- bzw. Mineralölfractionen ergibt sich dann ein synergistischer Effekt hinsichtlich der Steigerung der Spannungsstabilisierung durch den Zusatz des hochsiedenden, hocharomatischen Syntheseöles und des gesättigten tertiären Amines.

Hinsichtlich des Siedebereiches des verwendeten Syntheseöles sowie auch der Zusammensetzung der bei der fraktionierten Destillation anfallenden Fraktionen empfiehlt es sich, die gleichen Bedingungen einzuhalten, wie sie zuvor für die Erdöl- bzw. Mineralölfractionen angegeben wurden.

Hochsiedende, hocharomatische Syntheseöle auf Kohlenwasserstoffbasis, wie beispielsweise ein Gemisch aus Substitutionsisomeren des Dibenzyltoluols, neigen an sich verhältnismäßig stark zu Hydroperoxid- bzw. Diarylperoxidbildung. Diese Neigung zur Peroxidbildung sowie auch der in der Praxis stets enthaltene Anteil an Peroxiden in einem Syntheseöl wie z.B. einem Isomergemisch des Dibenzyltoluols bringen an sich die Gefahr mit sich, daß die Wirksamkeit der dem Olefinpolymerisat, insbesondere dem Polyäthylen, zugesetzten Alterungsschutzmittel stark vermindert wird, so daß die Alterungsbeständigkeit einer derart aufgebauten Kabelisolierung gefährdet würde. Es hat sich jedoch gezeigt, daß der gemeinsame Zusatz von gesättigten tertiären Aminen peroxidinhibierend wirkt. Damit ist also ein gutes Alterungsverhalten einer solchen Kabel-

isolierung auf der Basis eines Olefinpolymerisates, insbesondere eines Polyäthylens, während der Lebensdauer des Kabels gewährleistet, was für Mittel- und Hochspannungskabel von außerordentlicher Bedeutung ist.

Als Hydroperoxid-Inhibitoren sind an sich organische Verbindungen mit funktionellen Gruppen wie beispielsweise mit Schwefelverbindungen vom Typ der Thioäther, der Thioester, der Disulfide oder der Sulfoxide und auch Phosphorverbindungen wie beispielsweise die Ester der phosphorigen Säure und Derivate von Thiophosphorsäuren vorgeschlagen worden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß beispielsweise in einem Isomergemisch des Dibenzyltoluols lösliche Disulfide, Thioester und Sulfoxide keine peroxidinhibierende Wirkung haben; ähnliches gilt für Phosphite verschiedener Ester der phosphorigen Säure, die nur zum Teil eine geringfügige peroxidinhibierende Wirkung erkennen lassen. Darüber hinaus zeigen die letzterwähnten Phosphite eine Neigung zur Hydrolyse unter Bildung von Phosphorigsäure, so daß ihr Einsatz für Kabelisoliermischungen auf Polyäthylenbasis im Hinblick auf die erforderliche Langzeitfestigkeit nicht möglich ist.

Im Gegensatz hierzu zeigen die bereits im Hauptpatent erwähnten Amine von der Struktur eines Tetraalkyl-diamino-diarylkans beim Zusatz zu hochsiedenden, hocharomatischen Synthesenölen auf Kohlenwasserstoffbasis, also insbesondere beim Zusatz zu einem Substitutionsisomergemisch des Dibenzyltoluols, eine außerordentlich starke peroxidinhibierende Wirkung. Dies gilt insbesondere für das ebenfalls bereits im Hauptpatent erwähnte N,N,N',N'-Tetramethyl-diamino-diphenylmethan.

Dieses gesättigte tertiäre Amin schützt nicht nur vor Hydroperoxidbildung, sondern baut auch bereits im Gemisch vor-

handenes Hydroperoxid ab. Damit wird eine Folgereaktion verhindert, bei der aus zwei Mol Hydroperoxid ein Mol Diarylperoxid und ein Mol Wasser gebildet werden kann, was sich auf die Isolierung eines Mittel- oder Hochspannungskabels ungünstig auswirken würde.

In Weiterbildung des Hauptpatentes ist es daher auch möglich, neben den als weitere Zusatzstoffe zugesetzten hochsiedenden, hocharomatischen Ölen auf Kohlenwasserstoffbasis die gesättigten tertiären Amine lediglich in einer eine Peroxidinhibierung bewirkenden Menge von weniger als 0,1% zuzusetzen. Ein solcher geringfügiger Zusatz eines gesättigten tertiären Amines, für den insbesondere ein Tetraalkyl-diamino-diarylkalkan wie vor allem das Tetramethyl-diamino-diphenylmethan, in Betracht kommt, kann für alle diejenigen Einsatzzwecke eines Kabels mit einer Isolierung auf der Basis eines Olefinpolymerisates vorgesehen werden, bei denen die durch den Zusatz des hochsiedenden, hocharomatischen Öles erreichte Erhöhung der Spannungsstabilisierung ausreicht. Dies gilt sowohl für Syntheseöle als auch für Erdöl- oder Mineralölfractionen.

Zur Erläuterung der Erfindung sind nachfolgend zwei Ausführungsbeispiele von Kabelisoliermischungen angegeben:

Beispiel 1:

95,6% eines Hochdruckpolyäthylens, dem 0,05% eines Antioxydants auf Phenolbasis zugegeben sind, werden mit 4% einer bei Raumtemperatur flüssigen, hochsiedenden, hocharomatischen Erdölfraction mit relativ hohem Eigenleitwert sowie hohem  $\tan \delta$ -Wert und einem Aromatengehalt von etwa 50%, wie sie von der Firma Texaco unter der Handelsbezeichnung "Dealen D 18" vertrieben wird, und 0,4% Tetramethyl-diamino-diphenylmethan gemischt.

Beispiel 2:

96,6% eines Hochdruckpolyäthylens, dem 0,05% eines Antioxidans auf Phenolbasis zugesetzt sind, werden mit 3% eines Isomergemisches des Dibenzyltoluols und 0,4% Tetramethyl-diaminodiphenylmethan gemischt.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die mit einer gemäß der Erfindung aufgebauten Kabelisoliermischung erzielten Vorteile, verglichen mit einer gemäß der DT-OS 1 569 396 bzw. DT-OS 1 949 539 aufgebauten Isoliermischung auf der Basis eines Hochdruckpolyäthylens, das 0,08% Diphenyl-p-phenylen-diamin als Antioxydans enthält. 97,6% dieses Hochdruckpolyäthylens sind mit 2,0% CD 101, 0,2% Diphenylamin und 0,2% 2,4-Dinitrotoluol gemischt. CD 101 ist ein von der Boron Oil Comp., Cleveland, Ohio, hergestelltes hocharomatisches Öl mit einem spezifischen Gewicht von 1,045, einem Erstarrungspunkt von  $-6,7^{\circ}\text{C}$ , einer Viskosität von 21 cSt bei  $38^{\circ}\text{C}$  und von 3 cSt bei  $99^{\circ}\text{C}$ , einem Brechungsindex von 1,601 und einem Anilinpunkt von weniger als  $15^{\circ}\text{C}$ . Diese Isoliermischung wird in der nachfolgenden Tabelle als Isoliermischung nach dem Stand der Technik bezeichnet.

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kurzzeitfestigkeit und die Langzeitfestigkeit an ungeschirmten Modellkabeln. Die Kurzzeitfestigkeit ist dabei mit einer Sofortdurchschlagprüfung (Wechselstrom) und die Langzeitfestigkeit in einer Prüfung im Schrotkugelbad (etwa 15 kV/mm) ermittelt worden. Die angegebenen Prozentwerte für die Ausfallwahrscheinlichkeit sind bei der Kurzzeitfestigkeit nach Weibull und bei der Langzeitfestigkeit nach Gauß ermittelt.

Wegen der unterschiedlichen Herkunft des jeweils verwendeten Hochdruckpolyäthylens sind neben den Werten für die Mischung jeweils die Werte für die PE-Basis, also einschließlich des jeweiligen Antioxydans, zusätzlich angegeben.

Die Wanddicke der für die Meßversuche verwendeten ungeschirmten Modellkabel betrug bei der Sofortdurchschlagprüfung 1,0 mm und bei der Prüfung im Schrotkugelbad 1,5 mm.

Tabelle 1Kurzzeitfestigkeit in kV/mm

Ausfallwahr- scheinlichkeit	bekannte Isolier- mischung		Isoliermischung nach Beispiel 1		Isoliermischung nach Beispiel	
	PE-Basis	Mischung	PE-Basis	Mischung	PE-Basis	Mischung
50%:	53	63	48	91	48	88
70%:	56	68	50	100	50	92
95%:	62	78	53	115	53	100

Tabelle 2Kurzzeitfestigkeit in min

Ausfallwahr- scheinlichkeit	bekannte Isolier- mischung		Isoliermischung nach Beispiel 1		Isoliermischung nach Beispiel	
	PE-Basis	Mischung	PE-Basis	Mischung	PE-Basis	Mischung
50%:	295	1200	220	3000	220	1800
70%:	360	1600	260	4300	260	3000
95%:	510	1800	350	7100	350	4200

0 Fig.  
17 Ansprüche



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Elektrisches Kabel, vorzugsweise Hochspannungskabel, dessen Isolierung aus einem Olefinpolymerisat, insbesondere aus einem Polymerisat oder Copolymerisat auf Äthylenbasis, besteht, wobei die Kabelisolierung einen geringen Zusatz an aliphatischen, aromatischen oder gemischt aliphatisch-aromatischen, gesättigten tertiären Mono-, Di- oder Polyaminen enthält, deren Substituenten reine Kohlenwasserstoffe sind, nach Patent ... (Patentanmeldung P 21 39 599.3 - VPA 71/4721), dadurch gekennzeichnet, daß der gesättigte tertiäre Mono-, Di- oder Polyamine enthaltenden Isolierung als weitere Zusatzstoffe hochsiedende, hocharomatische Öle auf Kohlenwasserstoffbasis mit einem Aromatengehalt von mindestens 40% in einer Menge von 2 bis 10%, vorzugsweise von 2 bis 5%, zugesetzt sind.
2. Elektrisches Kabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die weiteren Zusatzstoffe der Isolierung in einer mit einem Olefinpolymerisat verträglichen Menge zugesetzt sind.
3. Elektrisches Kabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Siedebereich der als weitere Zusatzstoffe zugesetzten hochsiedenden, hocharomatischen Öle bei 5 Torr etwa 140 bis 300°C vorzugsweise 160 bis 250°C, beträgt.
4. Elektrisches Kabel nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestandteile an Paraffinen, Isoparaffinen, Naphthenen und Aromaten in den bei der Destillation auftretenden Fraktionen des als weiteren Zusatzstoff zugesetzten hochsiedenden und hocharomatischen Öles zumindest in qualitativer Hinsicht den Bestandteilen an Paraffinen, Isoparaffinen, Naphthenen

und Aromaten dieses Öles entsprechen.

5. Elektrisches Kabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die als weitere Zusatzstoffe zugesetzten hochsiedenden, hocharomatischen Öle einen relativ niedrigen spezifischen Widerstand von etwa  $10^{10}$  bis  $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$  sowie einen möglichst hohen  $\tan \delta$ -Wert haben.
6. Elektrisches Kabel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die weiteren Zusatzstoffe bei Raumtemperatur flüssige, hochsiedende, hocharomatische Erdöl- bzw. Mineralölfractionen mit einem Gehalt an Aromaten und Naphthenen von etwa 40 bis 70%, vorzugsweise von 50 bis 60%, sind, deren nichtaromatischer Rest aliphatisch oder cycloaliphatisch ist.
7. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die hochsiedenden, hocharomatischen Erdöl- bzw. Mineralölfractionen Peroxide weder enthalten noch während eines längeren Zeitraumes bei einer Alterung bei etwa  $80^{\circ}\text{C}$  bilden.
8. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die hochsiedenden, hocharomatischen Erdöl- bzw. Mineralölfractionen organisch gebundene Heteroatome, insbesondere Schwefel, in einer Menge von mindestens 1%, vorzugsweise von 3 bis 4%, enthalten.
9. Elektrisches Kabel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die weiteren Zusatzstoffe bei Raumtemperatur flüssige, hochsiedende, hocharomatische Syntheseöle auf Kohlenwasserstoffbasis sind.

10. Elektrisches Kabel nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Molekül des Syntheseöles mindestens zwei Benzolkerne enthält, die über ein Kohlenstoffatom miteinander verbunden sind.
11. Elektrisches Kabel nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Syntheseöl ein Gemisch von Substitutionsisomeren des Dibenzyltoluols verwendet ist.
12. Elektrisches Kabel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Aromatengehalt des verwendeten Substitutionsisomergemisches des Dibenzyltoluols größer als 50%, vorzugsweise bis zu 80%, ist.
13. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die gesättigten tertiären Mono-, Di- oder Polyamine in einer Menge von 0,1 bis 2%, vorzugsweise von 0,5% bis 0,8%, bezogen auf den Gesamtanteil in der Isolierung, zugesetzt sind.
14. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß neben den als weitere Zusatzstoffe zugesetzten hochsiedenden, hocharomatischen Ölen auf Kohlenwasserstoffbasis die gesättigten tertiären Amine lediglich in einer eine Peroxidinhibierung bewirkenden Menge von weniger als 0,1% zugesetzt sind.
15. Elektrisches Kabel nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß als gesättigtes tertiäres Amin ein Tetraalkyl-diaminodiarylalkan verwendet ist.

16. Elektrisches Kabel nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß als gesättigtes tertiäres Amin Tetramethyldiamino-diphenylmethan verwendet ist.

17. Elektrisches Kabel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Kabelisolierung um ein vernetztes Polymerisat oder Copolymerisat des Äthylens handelt.

BEST AVAILABLE COPY